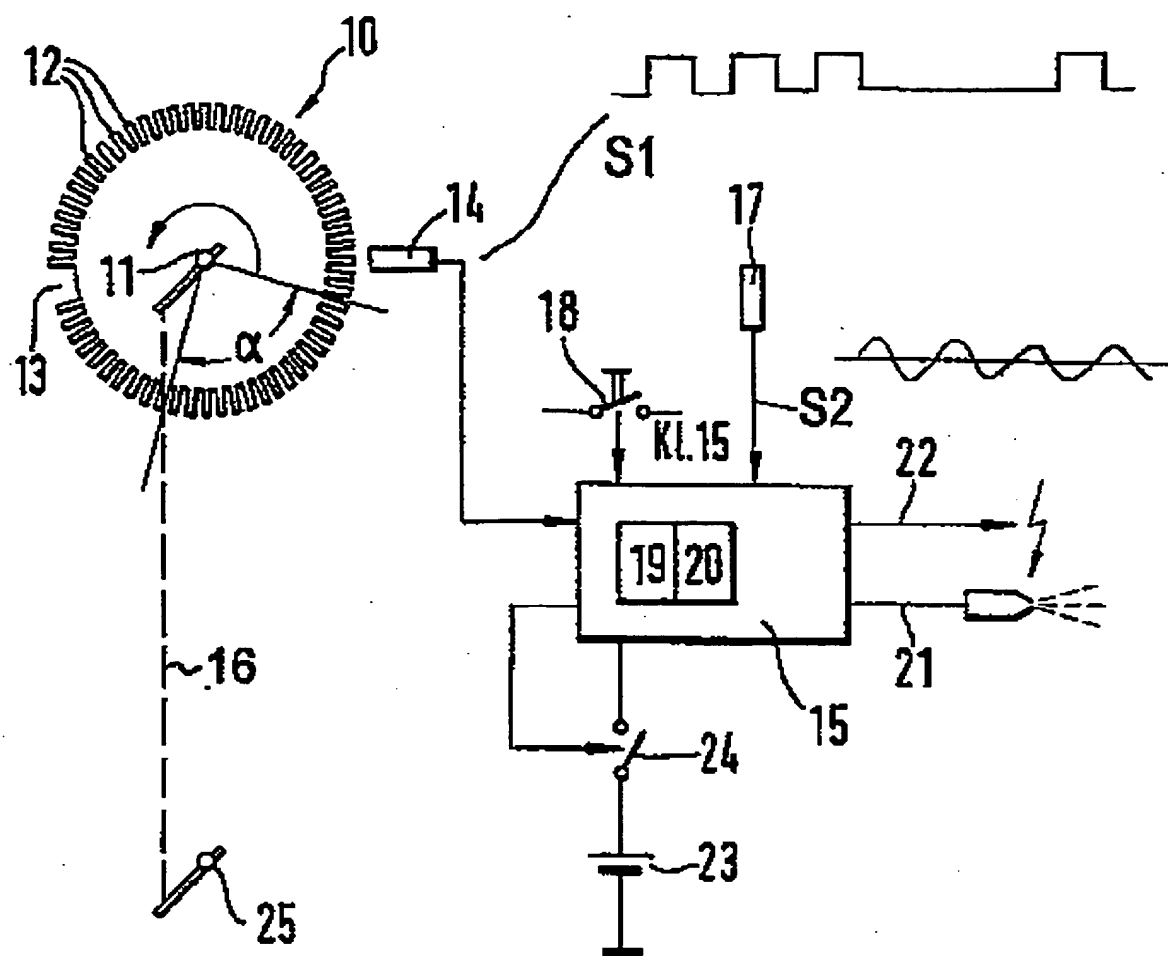


AN: PAT 1998-180317  
TI: Determination method for phase angle of 4-stroke internal combustion engine generating first signal with singularity associated with defined crankshaft angle, producing detection signal by evaluating second signal in region of singularity of first signal  
PN: **DE19638010-A1**  
PD: 19.03.1998  
AB: The method forms a first signal (S1) with a singularity associated with a defined crankshaft (11) angle. The first signal is related to a second signal (S2) formed from the output of a revolution rate sensor and/or an induction tube pressure sensor. A detection signal is produced by evaluating the second signal in the region of the singularity of the first signal. The variation of the second signal, which is typical for a first and a second rotation of the crankshaft, is investigated in the region of the singularity. The method is implemented before the engine is started, i.e. before ignition in one of the engine's cylinders.; USE - For engines with uneven numbers of cylinders. ADVANTAGE - Enables engine synchronisation without determining camshaft setting.  
PA: (BOSC ) BOSCH GMBH ROBERT;  
IN: BRAUN G; EGE T; HAUFER M;  
FA: **DE19638010-A1** 19.03.1998; CN1078672-C 30.01.2002; WO9812432-A1 26.03.1998; EP862692-A1 09.09.1998; CZ9801306-A3 16.12.1998; CN1198801-A 11.11.1998; JP2000500841-W 25.01.2000; KR99067522-A 25.08.1999; EP862692-B1 13.02.2002; DE59706384-G 21.03.2002; ES2172807-T3 01.10.2002;  
CO: AT; BE; CH; CN; CZ; DE; DK; EP; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; JP; KR; LI; LU; MC; NL; PT; SE; WO;  
DN: CN; CZ; JP; KR;  
DR: AT; BE; CH; DE; DK; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; LU; MC; NL; PT; SE; LI;  
IC: F02D-035/00; F02D-041/00; F02D-041/30; F02D-045/00; F02P-007/067; F02P-007/077; F02P-007/77;  
MC: S02-J01A; X22-A05C;  
DC: Q52; Q54; S02; X22;  
FN: 1998180317.gif  
PR: DE1038010 18.09.1996;  
FP: 19.03.1998  
UP: 28.02.2005

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



⑪ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 196 38 010 A 1

⑮ Int. Cl.<sup>8</sup>:  
F 02 D 41/00  
F 02 D 41/30

⑲ Aktenzeichen: 196 38 010.3  
⑳ Anmeldetag: 18. 9. 96  
㉑ Offenlegungstag: 19. 3. 98

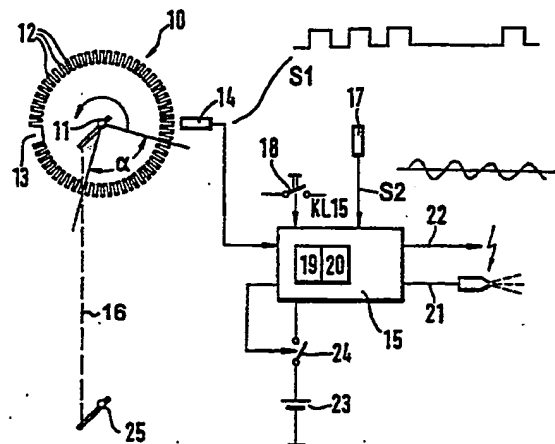
DE 196 38 010 A 1

⑦ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑧ Erfinder:  
Braun, Guenter, 74321 Bietigheim-Bissingen, DE;  
Hauffer, Michael, 74081 Heilbronn, DE; Ege, Taskin,  
71691 Freiberg, DE

④ Verfahren zur Bestimmung der Phasenlage bei einer 4-Takt Brennkraftmaschine

⑤ Es werden Verfahren zur Bestimmung der Phasenlage bei einer Viertakt-Brennkraftmaschine mit ungerader Zylinderzahl und ohne Nockenwellensensor angegeben, bei denen die Phasenlage erkannt wird, indem ein von einem Kurbelwellenwinkelsensor abgegebenes erstes Signal, das eine Singularität aufweist, zu einem zweiten Signal, das beispielsweise ein Drehzahlsignal oder das Ausgangssignal eines Saugrohrdrucksensors ist, in Bezug gesetzt wird und der Verlauf des zweiten Signals im Bereich der Singularität des ersten Signals ausgewertet wird. Da dieser Signalverlauf unterschiedlich ist, je nachdem, ob sich die Kurbelwelle in ihrer ersten oder zweiten Umdrehung befindet, läßt sich die Phasenlage eindeutig bestimmen.



DE 196 38 010 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Bestimmung der Phasenlage bei einer 4-Takt-Brennkraftmaschine mit ungerader Zylinderzahl nach der Gattung des Hauptanspruchs.

## Stand der Technik

Bei einer Mehrzylinder-Brennkraftmaschine mit einer Kurbel- und wenigstens einer Nockenwelle wird vom Steuergerät der Brennkraftmaschine nach der Synchronisation in Abhängigkeit von der erkannten Lage der Kurbel- bzw. Nockenwelle berechnet, zu welchem Zeitpunkt für welchen Zylinder Kraftstoff eingespritzt werden soll und wann in welchem Zylinder eine Zündung auszulösen ist. Bei herkömmlichen Brennkraftmaschinen ist es üblich, die Winkellage der Kurbelwelle mit Hilfe eines Sensors zu ermitteln, der eine mit der Kurbelwelle verbundene Scheibe mit einer charakteristischen Oberfläche, beispielsweise mit einer Vielzahl gleichartiger Winkelmarken sowie einer Bezugsmarke abtastet und ein entsprechendes Signal an das Steuergerät abgibt.

Da sich die Kurbelwelle innerhalb eines Arbeitsspiels einer 4-Takt-Brennkraftmaschine zweimal dreht, während sich die Nockenwelle nur einmal dreht, läßt sich die Phasenlage der Brennkraftmaschine allein aus dem Kurbelwellensensorsignal nicht eindeutig bestimmen, es ist daher üblich, auch die Nockenwellenstellung mit Hilfe eines eigenen Sensors, eines sogenannten Phasensensors zu ermitteln, wobei dieser Phasensensor eine mit der Nockenwelle verbundene Scheibe mit einer einzigen Markierung abtastet. Das entstehende Signal, das einen Impuls pro Nockenwellenumdrehung aufweist, wird ebenfalls im Steuergerät ausgewertet.

Aus der internationalen Anmeldung WO 87/05971 ist eine Einrichtung zur Zylindererkennung bzw. zur Erkennung des Arbeitstaktes einer Brennkraftmaschine mit ungerader Zylinderzahl bekannt, die ohne einen Nockenwellensensor auskommt. Dazu wird im Steuergerät der Brennkraftmaschine das von einem Kurbelwellensensor gelieferte Signal, das einen Impuls pro Kurbelwellenumdrehung, also zwei Impulse pro Nockenwellenumdrehung aufweist, mit einem zweiten Signal in Bezug gesetzt, das beispielsweise ein im Arbeitstakt der Brennkraftmaschine periodisch schwankendes Signal ist. Dieses periodisch schwankende Signal ist entweder das Ausgangssignal eines Drehzahlsensors oder das Ausgangssignal eines Saugrohrdrucksensors. Durch die bei einer Brennkraftmaschine mit ungerader Zylinderzahl herrschenden Bedingungen und die feste Phasenbeziehung zwischen Kurbelwelle und Nockenwelle läßt sich anhand einer einfachen logischen Verknüpfung des Kurbelwellensignales und des zweiten Signales eine Arbeitstakterkennung durchführen, da in einer Kurbelwellenumdrehung das periodisch schwankende zweite Signal "high" sein muß, während es in der anderen Umdrehung der Kurbelwelle "low" sein muß. Bei der bekannten Einrichtung wird also die Arbeitstakterkennung anhand einer einfachen logischen Verknüpfung zweier Signale durchgeführt.

Eine Auswertung eines charakteristischen Signalverlaufes wird jedoch nicht vorgeschlagen.

## Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Bestimmung

der Phasenlage bei einer 4-Takt-Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, daß eine Motorsynchronisation ohne Erfassung der Nockenwellenstellung möglich ist. Dies gilt auch bei Systemen, bei denen eine Phasenbeziehung zwischen Kurbel- und Nockenwelle veränderbar ist. Erzielt wird dieser Vorteil, indem zur Bestimmung der Phasenlage das vom Kurbelwellenwinkelsensor gelieferte Signal, das eine Singularität aufweist, mit einem zweiten Signal, das im Verbrennungstakt schwankt und zylinderspezifische Eigenheiten aufweist, in Bezug gesetzt wird, wobei zur Bestimmung der Phasenlage der Verlauf des zweiten Signales während des Auftretens der Singularität des ersten Signales untersucht wird. Da sich das Verfahren ausschließlich auf Brennkraftmaschinen mit ungerader Zylinderzahl bezieht, ergibt sich beim Auftreten der Singularität des ersten Signales in der ersten Kurbelwellenumdrehung ein anderer Verlauf des zweiten Signales als in der zweiten Kurbelwellenumdrehung. Grund dafür ist, daß sich die Zylinder in der ersten Kurbelwellenumdrehung in einem anderen Takt befinden als in der zweiten, so daß das abgegebene Moment der Brennkraftmaschine unterschiedlich ist, dies hat Auswirkungen auf den Verlauf des zweiten Signales, z. B. auf den Drehzahlverlauf und den Saugrohrdruckverlauf, wobei diese Auswirkungen meßbar sind und zur Zylindererkennung herangezogen werden können. In vorteilhafter Weise wird daher das zweite Signal das Ausgangssignal eines Drehzahlsensors oder eines Saugrohrdrucksensors sein.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich durch die in den Unteransprüchen angegebenen Maßnahmen. Dabei hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, daß Phasenverschiebungen zwischen dem ersten und dem zweiten Drehzahlsignal bei der Bestimmung der Phasenlage unproblematisch sind, da der Verlauf des zweiten Signales und nicht das Auftreten eines Minimums oder Maximums des zweiten Signales mit der Singularität des ersten Signales in Beziehung gesetzt wird.

Besonders vorteilhaft ist, daß das Verfahren zur Bestimmung der Phasenlage bereits während des Startvorgangs durchgeführt werden kann, also noch bevor die erste Befeuerung eines Zylinders erfolgt ist. Diese frühe Bestimmung der Phasenlage ist möglich, da sich die unterschiedlichen Takte auch ohne Befeuerung verschiedenartig auf die Drehzahl bzw. den Saugrohrdruck auswirken.

Bei einem System ohne Nockenwellensensor kann der Sensor samt Elektronik, das Nockenwellenrad und die entsprechende Verkabelung eingespart werden. Am Motorsteuergerät können drei Steckerpins sowie die Aufbereitungsschaltung für den Sensor und ein Rechnerportpin eingespart werden. Die Leiterplattenfläche läßt sich ebenfalls reduzieren. Ohne Nockenwellensensor kann auf dessen Diagnose und Fehlerbehandlungsmaßnahmen für diesen Sensor verzichtet werden, wodurch sich die Verfügbarkeit des Gesamtsystemes erhöht. Diese Einsparungen lassen sich erzielen, ohne daß sich dies nachteilig auf das Abgas- oder Startverhalten der Brennkraftmaschine auswirkt. Als vorteilhaft erweist sich auch, daß die beanspruchten Verfahren keine zusätzliche Laufzeitbelastung der Steuergerätesoftware verursachen, da die Synchronisation vor dem eigentlichen Motorbetrieb abgeschlossen ist und somit für die Rechnerressourcen keine Laufzeiteinschränkung darstellt.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

### Beschreibung

In Fig. 1 sind die zur Erläuterung der Erfindung erforderlichen Komponenten des Steuersystems einer Brennkraftmaschine schematisch dargestellt. Dabei ist mit 10 eine Geberscheibe bezeichnet, die starr mit der Kurbelwelle 11 der Brennkraftmaschine verbunden ist und an ihrem Umfang eine Vielzahl gleichartiger Winkelmarken 12 aufweist. Neben diesen gleichartigen Winkelmarken 12 ist eine Referenzmarke 13 vorhanden, die beispielsweise durch zwei fehlende Winkelmarken realisiert ist.

Die Geberscheibe 10 wird von einem Aufnehmer 14, beispielsweise einem induktiven Aufnehmer oder einem Hall-Sensor abgetastet. Die beim Vorbeilaufen der Winkelmarken im Aufnehmer erzeugten Spannungsimpulse des Signales S1 werden im Steuergerät 15 der Brennkraftmaschine in geeigneter Weise aufbereitet und weiterverarbeitet.

Neben einer Kurbelwelle 11 weist eine Brennkraftmaschine üblicherweise auch noch wenigstens eine Nockenwelle auf, die in Fig. 1 mit 25 bezeichnet ist und üblicherweise mit der Kurbelwelle 11 in einem festen Bezug steht. Dieser Bezug wird durch die Linie 16 symbolisiert. Die Winkellage der Nockenwelle 15 wird bei dem in Fig. 1 dargestellten Steuerungssystem einer Brennkraftmaschine nicht erfaßt. Zur Synchronisation des Bezuges zwischen Kurbelwelle 11 und Nockenwelle 25 wird ein periodisch im Verbrennungstakt schwankendes zweites Signal im Steuergerät verarbeitet. Dieses zweite Signal S2 wird mit Hilfe eines Sensors 17 gewonnen. Der Sensor 17 ist beispielsweise ein Sensor, der den Druck im Saugrohr der Brennkraftmaschine mißt. Grundsätzlich könnte auch eine andere im Verbrennungstakt schwankende Größe ausgewertet werden.

Dem Steuergerät 15 können weitere, für die Steuerung bzw. Regelung der Brennkraftmaschine erforderliche Eingangsgrößen zugeführt werden, in Fig. 1 ist lediglich noch die Eingangsgröße "Zündung ein" als Signal dargestellt, das beim Schließen des Zündschalters 18 von der Klemme K15 des Zündschlosses geliefert wird und dem Steuergerät 15 die Inbetriebnahme der Brennkraftmaschine anzeigt.

Das Steuergerät 15 selbst umfaßt wenigstens eine zentrale Rechneinheit 19 sowie Speicher 20. Im Steuergerät 15 werden Ansteuersignale für die Einspritzung und Zündung für nicht näher bezeichnete entsprechenden Komponenten der Brennkraftmaschine gebildet. Diese Signale werden über die Ausgänge 21 und 22 des Steuergerätes 15 abgegeben. Die Spannungsversorgung des Steuergerätes erfolgt in üblicher Weise aus der Batterie 23 über einen Schalter 24, der während des Betriebes der Brennkraftmaschine sowie gegebenenfalls während einer Nachlaufphase geschlossen ist. Die nachfolgend beschriebene Signalverarbeitung und Auswertung erfolgt im Steuergerät 15.

Mit dem in der Fig. 1 dargestellten Steuerungssystem kann die Winkelstellung der Kurbelwelle 11 während des Betriebes der Brennkraftmaschine jederzeit erfaßt werden. Beim Anlassen tritt spätestens nach einer Umdrehung der Kurbelwelle 11 eine Singularität im Signal

S1 auf, die der Bezugsmarke der Kurbelwelle entspricht. Da die Zuordnung zwischen Kurbelwelle 11 und Nockenwelle 25 üblicherweise ebenso bekannt ist wie die Zuordnung zwischen der Stellung der Nockenwelle und der Lage der einzelnen Zylinder der Brennkraftmaschine, kann nach dem Erkennen der Bezugsmarke eine Synchronisation erfolgen, jedoch nur dann, wenn ein für die Phasenlage charakteristisches Signal vorhanden ist.

Bei dem erfindungsgemäßen System, das ohne Phasensensor bzw. ohne Nockenwellensensor auskommen soll, d. h. also ohne Sensor, der die Stellung der Nockenwelle 25 ermittelt, besteht das Problem, daß das vom Kurbelwellensensor gelieferte Bezugsmarkensignal mehrdeutig ist, da sich die Kurbelwelle innerhalb eines Arbeitsspiels zweimal dreht, während sich die Nockenwelle 25 nur einmal dreht. Es wird daher im Steuergerät 15 zusätzlich zum Signal S1 das Signal S2, beispielsweise ein Drehzahl-Signal oder das Ausgangssignal eines Saugrohrdrucksensors ausgewertet, das für die Stellung der Zylinder charakteristische Eigenheiten aufweist. Dieses Signal S2 bzw. die charakteristischen Eigenheiten dieses Signales werden zum Signal S1 in Bezug gesetzt, und es wird insbesondere der Verlauf des Signales S2 während des Auftretens der Bezugsmarke bzw. der Singularität des Signales S1 ausgewertet.

Eine solche Auswertung ist möglich, da bei Brennkraftmaschinen mit ungeradzahlgiger Anzahl von Zylindern nicht bei jeder Kurbelwellenumdrehung dieselben Verhältnisse herrschen. Bei Brennkraftmaschinen bzw. bei Motoren befindet sich in der einen Motorposition, im folgenden mit M1 abgekürzt, eine andere Anzahl von Zylindern in bestimmten Takten als bei der zweiten möglichen Motorposition M2. Anhand eines Dreizylindermotors läßt sich dies wie folgt veranschaulichen:

Zur Motorposition M1 befindet sich beispielsweise:

Zylinder 1 im Verdichtungstakt  
Zylinder 2 im Einlaßtakt  
Zylinder 3 im Auslaßtakt.

Zur Motorposition M2 befindet sich hingegen:

Zylinder 1 im Auslaßtakt  
Zylinder 2 im Arbeitstakt  
Zylinder 3 im Einlaßtakt.

Aus dieser Zusammenstellung wird deutlich, daß sich zu beiden Motorpositionen M1 und M2 jeweils ein Zylinder im Ein- und Auslaßtakt befindet, jedoch ein dritter Zylinder sich je nach Motorposition entweder im Arbeitstakt oder im Verdichtungstakt befindet. Während der Verdichtungstakt einen drehzahlhemmenden Einfluß hat, führt der Arbeitstakt zu einer Drehzahlsteigerung. Somit unterscheiden sich der Drehzahlverlauf und der Verlauf des Saugrohrdrucks in der ersten Umdrehung der Kurbelwelle in charakteristischer Weise von den Verläufen in der zweiten Kurbelwellenumdrehung. Damit stellt der Drehzahlverlauf und der Verlauf des Saugrohrdrucks in der Umgebung der Bezugsmarke bzw. in der Umgebung der Singularität des Signales S1 ein Kriterium für die Motorposition dar und kann als Ersatz für das Nockenwellensignal herangezogen werden, wobei ein Erkennungssignal, das die Motorposition M1 oder M2 angibt, erzeugt wird.

In Abhängigkeit von der Anzahl der Zylinder und von den Ventilsteuerzeiten der Motors wird sowohl bei der Auswertung des Drehzahlverlaufs als auch bei der Auswertung des Drucksignales entschieden, ob die Vorzeichenumkehr der Steigung des zweiten Signales oder eine Minimum-/Maximumauswertung des zweiten Signales in der Umgebung der Bezugsmarke bzw. der Singularität des Signales S1 das beste Verfahren zur

Erkennung der Phasenlage ist. Zur Ermittlung der Vorzeichenumkehr oder zur Minimum-/Maximum-Auswertung werden die zweiten Signale nach der Zeit abgeleitet und so Steigungen und/oder Maximalwerte/Minimalwerte erhalten. Die genauen Meßpunkte zur Erfassung der Drehzahl oder des Saugrohrdrucks werden motorspezifisch festgelegt.

Wie Messungen belegen, können beim Start der Brennkraftmaschine bzw. des Motors unmittelbar nachdem vom Steuergerät erkannt wird, daß der Anlasser betätigt wurde sowohl der Drehzahlverlauf als auch der Saugrohrdruckverlauf als Signale S2 zur Synchronisation verwendet werden. Die Auswertung kann dabei unmittelbar nach Beginn der Drehung des Motors im unbefeuerten Betrieb erfolgen noch bevor erste Einspritzungen bzw. Zündungen ausgelöst werden. Bei ersten Umdrehungen ohne Befeuerung sind sowohl der Drehzahlverlauf als auch der Saugrohrdruckverlauf charakteristisch für die erste oder zweite Kurbelwellenumdrehung. Nach Beginn des normalen Motorbetriebs, insbesondere bei hohen Motordrehzahlen oder Drehzahländerungen kann eventuell der Drehzahlverlauf zur Bestimmung der Motorposition nicht mehr herangezogen werden. Falls eine Synchronisation während des Betriebes durchgeführt werden soll, muß sie mittels Auswertung des Saugrohrdrucksignales erfolgen.

Werden die erfindungsgemäßen Verfahren bei Systemen mit Nockenwellensensor eingesetzt, können sie als Notlauf immer dann zum Einsatz kommen, wenn ein Defekt des Nockenwellensensors erkannt wird.

Auch eine Kombination bei der unmittelbar nach dem Start ein erfindungsgemäßes Verfahren abläuft und während des normalen Betriebes das Ausgangssignal eines Nockenwellensensors zur Bestimmung der Phasenlage herangezogen wird, ist möglich.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Phasenlage bei einer Viertakt-Brennkraftmaschine mit ungerader Zylinderzahl, bei dem ein erstes Signal gebildet wird, das eine Singularität aufweist, die einem vorgebbaren Kurbelwellenwinkel zuordenbar ist und mit einem zweiten Signal, das aus einem Ausgangssignal eines Drehzahlsensors und/oder dem Ausgangssignal eines Saugrohrdrucksensors gebildet wird, in Bezug gesetzt wird und ein Erkennungssignal durch Auswertung des zweiten Signales im Bereich der Singularität des ersten Signales gebildet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Verlauf des zweiten Signales, der jeweils für eine erste Umdrehung der Kurbelwelle und eine zweite Umdrehung der Kurbelwelle typisch ist, im Bereich der Singularität untersucht wird.

2. Verfahren zur Bestimmung der Phasenlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Verfahren beim Start, vor der ersten Befeuerung in einem der Zylinder der Brennkraftmaschine durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Auswertung des zweiten Signales (S2) die Erkennung einer Vorzeichenumkehr der Steigung des Signals oder eine Minimum-/Maximumauswertung in der Umgebung der Singularität des ersten Signales (S1) umfaßt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Steuergerät in Abhängigkeit von der Anzahl der Zylinder und/oder der Ventilsteuer-

zeiten der Brennkraftmaschine entscheidet, ob die Auswertung anhand der Steigung des zweiten Signals oder anhand der Minimum-/Maximumauswertung erfolgt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßpunkte zur Erfassung der Drehzahl und/oder des Saugrohrdrucks motorspezifisch festgelegt werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß während des Betriebs zu vorgebbaren Zeiten oder bei vorgebbaren Bedingungen weitere Bestimmungen oder Überprüfungen der Phasenlage erfolgen, wobei bei den Bestimmungen während des Betriebes ausschließlich das Ausgangssignal des Saugrohrdrucksensors ausgewertet wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß es bei einer Brennkraftmaschine mit Phasensensor durchgeführt wird, falls vom Steuergerät ein Defekt des Phasensensors oder der zugehörigen Signalaufbereitungsschaltung erkannt wird, zur Durchführung eines Notbetriebes.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen



- Leerseite -

